

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 09233135 A

(43) Date of publication of application: 05 . 09 . 97

(51) Int. Cl

H04L 27/14

(21) Application number: 08058523

(71) Applicant: TOYO COMMUN EQUIP CO LTD

(22) Date of filing: 21 . 02 . 96

(72) Inventor: YAMASHITA ISAO  
OGAWA YUKIO

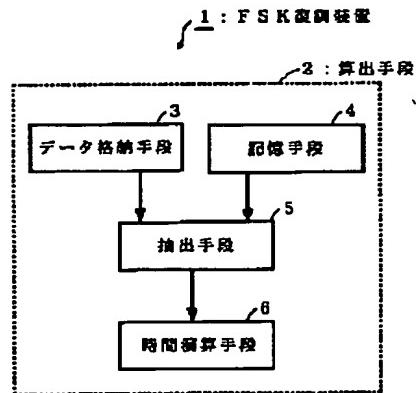
(54) PSK DEMODULATOR AND FSK DEMODULATION  
METHOD

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To accurately discriminate a mark in a space at a lower sampling frequency and to reduce distortion by calculating a time between zero cross points based on a value at a sampling point.

SOLUTION: A data storage means 3 stores time data from a zero cross point with respect to an amplitude on a sine plotting curve as table data. A storage means 4 stores a sampling point period where a sign of the sampled value is changed. An extract means 5 extracts time data corresponding to an amplitude being a sampled value at each sampling point at both ends of the stored sampling point period from the data storage means 3. A time arithmetic means 6 calculates a time from the sampling point based on the extracted time data. A calculation means 2 of an FSK demodulator 1 is made up of the means 3, 4, 5 and 6.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO



(10)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-233135

(13)公開日 平成9年(1997)9月5日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>  
H 0 4 L 27/14

識別記号 庁内整理番号

F I  
H 0 4 L 27/14

技術表示箇所  
A

審査請求 未請求 請求項の数3 FD (全5頁)

(21)出願番号 特願平8-58523  
(22)出願日 平成8年(1996)2月21日

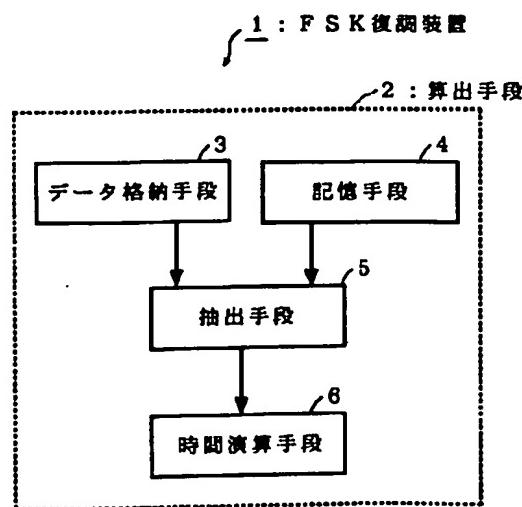
(71)出願人 000003104  
東洋通信機株式会社  
神奈川県高座郡寒川町小谷2丁目1番1号  
(72)発明者 山下 功  
神奈川県高座郡寒川町小谷二丁目1番1号  
東洋通信機株式会社内  
(72)発明者 小川 行雄  
神奈川県高座郡寒川町小谷二丁目1番1号  
東洋通信機株式会社内  
(74)代理人 弁理士 井上 優夫

(54)【発明の名称】 FSK復調装置及びFSK復調方法

(57)【要約】

【課題】 低いサンプリング周波数で、マーク、スペースを正確に判定し、かつ、歪みを低減するFSK復調装置を提供すること。

【解決手段】 FSK信号を復調する際に、サンプリング点の値に基づいてゼロクロス点間の時間を算出する算出手段2を備えるFSK復調装置1であって、算出手段2は、sinカーブ曲線の振幅値に対するゼロクロス点からの時間データをテーブルデータとして格納するデータ格納手段3と、サンプリング値の符号が変化するサンプリング点区間を記憶する記憶手段4と、記憶手段4により記憶したサンプリング点区間の両端の各サンプリング点でのサンプリング値を振幅値として、当該振幅値に対応する時間データをデータ格納手段3より抽出する抽出手段5と、抽出手段5によって抽出された時間データに基づいて、サンプリング点からの時間を演算する時間演算手段6とを有するように構成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 FSK信号を復調する際に、サンプリング点の値に基づいてゼロクロス点間の時間を算出する算出手段を備えるFSK復調装置であって、

前記算出手段は、

*s i n*カーブ曲線の振幅値に対するゼロクロス点からの時間データをテーブルデータとして格納するデータ格納手段と、

サンプリング値の符号が負から正（または正から負）に変化するサンプリング点区間を、時間軸上においてゼロクロス点の存在する区間として記憶する記憶手段と、前記記憶手段により記憶したサンプリング点区間の両端の各サンプリング点でのサンプリング値を振幅値として、当該振幅値に対応する時間データを前記データ格納手段より抽出する抽出手段と、

前記抽出手段によって抽出された時間データに基づいて、前記サンプリング点からの時間を演算する時間演算手段と、

を有することを特徴とするFSK復調装置。

【請求項2】 FSK信号を復調する際に、サンプリング点の値に基づいてゼロクロス点間の時間を算出する算出手段を備えるFSK復調装置であって、

前記算出手段は、

サンプリング値の符号が負から正（または正から負）に変化するサンプリング点区間を、時間軸上においてゼロクロス点の存在する区間として記憶する記憶手段と、前記記憶手段により記憶したサンプリング点区間の両端の各サンプリング点を結ぶ*s i n*カーブ曲線と時間軸との交点を演算する交点演算手段と、

前記交点演算手段によって演算された交点位置をゼロクロス点として、前記サンプリング点からの時間を演算する時間演算手段と、

を有することを特徴とするFSK復調装置。

【請求項3】 FSK信号を復調する際に、サンプリング点の値に基づいてゼロクロス点間の時間を算出するFSK復調方法であって、

サンプリング値の符号が負から正（または正から負）に変化するサンプリング点区間を、時間軸上においてゼロクロス点の存在する区間として記憶し、

このサンプリング点区間の両端の各サンプリング点を結ぶ*s i n*カーブ曲線と時間軸との交点を演算し、演算された交点位置をゼロクロス点として、前記サンプリング点からの時間を演算することを特徴とするFSK復調方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、FSK (Frequency Shift Keying, 周波数変調方式) によるデジタル通信の分野に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、デジタル変調方式としては、増幅器の非線形性の影響を受けにくいという特長から主にFSKが用いられており、このFSKは、増幅器の高効率性が必要とされる移動通信等にも適している。FSK信号を復調する場合、従来のゼロクロス方式では、中心周波数に対するマーク周波数及びスペース周波数に対し、所定のサンプリング周波数に基づいて決定される当該マーク及びスペースのサンプリング回数によって、マークとスペースとの判定を行っていた。

【0003】 具体的には、中心周波数を1500 [Hz] (周期は666.67 [ $\mu$ sec])、マーク周波数を1530 [Hz] (周期は653.59 [ $\mu$ sec])、スペース周波数を1470 [Hz] (周期は680.27 [ $\mu$ sec])とし、サンプリング周波数を64 [kHz]とした場合、サンプリング周期は15.625 [ $\mu$ sec]となるため、マークではサンプリング回数が約41.9回、スペースでは約43.5回となってマーク、スペースの判定をすることが可能となる。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、このような従来のFSK信号の復調にあっては、サンプリング周波数が低いとマークとスペースとの判定を行うことができないという問題点があった。すなわち、前述の例と同様に、中心周波数を1500 [Hz] (周期は666.67 [ $\mu$ sec])、マーク周波数を1530 [Hz] (周期は653.59 [ $\mu$ sec])、スペース周波数を1470 [Hz] (周期は680.27 [ $\mu$ sec])とした場合、サンプリング周波数を64 [kHz]から16 [kHz]に下げるとき、サンプリング周期は62.5 [ $\mu$ sec]となるため、マークではサンプリング回数が約10.5回、スペースでは約10.9回となってマーク、スペースの判定をすることができなくなってしまう。

【0005】 したがって、マーク、スペースの判定を行うためにはサンプリング周波数をある程度以上に設定することが必要となる。また、復調時の歪みを低減しようとする場合、さらにサンプリング周波数を上げる必要性が生じてくる。これらのことから、信号処理能力も大きくすることが要求され、結果として、回路のコストアップにつながるという問題点があった。

【0006】 本発明の課題は、上記問題点を解消し、低いサンプリング周波数で、マーク、スペースを正確に判定し、かつ、歪みを低減するFSK復調装置を提供することにある。

## 【0007】

## 【課題を解決するための手段】

【請求項1】 請求項1記載のFSK復調装置は、FSK信号を復調する際に、サンプリング点の値に基づいてゼロクロス点間の時間を算出する算出手段を備えるFSK復調装置であって、前記算出手段は、*s i n*カーブ曲線

の振幅値に対するゼロクロス点からの時間データをテーブルデータとして格納するデータ格納手段と、サンプリング値の符号が負から正（または正から負）に変化するサンプリング点区間を、時間軸上においてゼロクロス点の存在する区間として記憶する記憶手段と、前記記憶手段により記憶したサンプリング点区間の両端の各サンプリング点でのサンプリング値を振幅値として、当該振幅値に対応する時間データを前記データ格納手段より抽出する抽出手段と、前記抽出手段によって抽出された時間データに基づいて、前記サンプリング点からの時間を演算する時間演算手段と、を有するように構成している。

【0008】請求項2記載のFSK復調装置は、FSK信号を復調する際に、サンプリング点の値に基づいてゼロクロス点間の時間を算出する算出手段を備えるFSK復調装置であって、前記算出手段は、サンプリング値の符号が負から正（または正から負）に変化するサンプリング点区間を、時間軸上においてゼロクロス点の存在する区間として記憶する記憶手段と、前記記憶手段により記憶したサンプリング点区間の両端の各サンプリング点を結ぶsinカーブ曲線と時間軸との交点を演算する交点演算手段と、前記交点演算手段によって演算された交点位置をゼロクロス点として、前記サンプリング点からの時間を演算する時間演算手段と、を有するように構成している。

【0009】また、請求項3記載のFSK復調方法では、FSK信号を復調する際に、サンプリング点の値に基づいてゼロクロス点間の時間を算出するFSK復調方法であって、サンプリング値の符号が負から正（または正から負）に変化するサンプリング点区間を、時間軸上においてゼロクロス点の存在する区間として記憶し、このサンプリング点区間の両端の各サンプリング点を結ぶsinカーブ曲線と時間軸との交点を演算し、演算された交点位置をゼロクロス点として、前記サンプリング点からの時間を演算するようにしている。

#### 【0010】

【発明の実施の形態】以下、本願発明の一実施形態を図面に基づいて説明する。図1は、本発明のFSK復調装置の要部構成を示すブロック図である。FSK復調装置1は、サンプリング周波数によって決定されるサンプリング点の値に基づいてゼロクロス点間の時間を算出する算出手段2を有し、算出手段2は、図1に示すように、データ格納手段3、記憶手段4、抽出手段5、時間演算手段6から構成されている。

【0011】データ格納手段3は、sinカーブ曲線の振幅値に対するゼロクロス点からの時間データをテーブルデータとして予め格納して置くものあり、記憶手段4は、測定波形の立ち上がり、つまり、サンプリング値の符号が負（マイナス）から正（プラス）に変化するサンプリング点区間を、時間軸上においてゼロクロス点の存在する区間として記憶するものである。

【0012】抽出手段5は、記憶手段によって記憶したサンプリング点区間の両端の各サンプリング点でのサンプリング値を振幅値とし、この振幅値に対応する時間データをデータ格納手段3内のテーブルデータに基づいて抽出するものあり、時間演算手段6は、抽出手段5によって抽出された時間データを近傍のサンプリング点位置の時間に加算（または減算）することにより、ゼロクロス点位置の時間を演算するものである。

【0013】図2は、実際のFSK復調装置における機能ブロック図である。図2に示すように、実際のFSK復調装置1は、大別して、アナログ信号である受信信号をデジタル信号に変換するA/D変換器7と、必要な帯域の信号のみを抽出する受信フィルタ8と、入力信号のゼロクロス点を検出するゼロクロス点判定部9と、ゼロクロス点から周期を計算する周期計算部10と、求められた周期からマーク／スペースを判定するマーク／スペース判定部11との各機能ブロックから構成されている。

【0014】すなわち、上記データ格納手段3、記憶手段4、抽出手段5、時間演算手段6を含む算出手段2の機能は、ゼロクロス点判定部9及び周期計算部10の各機能ブロックにより実現されている。

【0015】次に上述実施形態の作用について、図3及び図4を参照して説明する。図3は、測定波形に対するサンプリング点及びゼロクロス点を示す図であり、測定波形の立ち上がりのゼロクロス点から次の立ち上がりのゼロクロス点までの時間を計算することによってマーク及びスペースの判定を行う。すなわち、本発明のFSK復調装置1は、サンプリング周波数が低くて、サンプリング数が充分でない場合でもサンプリング点間の補間を行うことにより、マーク、スペースを正確に判定し、これによって歪みを低減するものである。

【0016】図4は、サンプリング点間の補間方法を説明するための図である。図4において、時間軸t上におけるサンプリング点をA0, A1, A2, A3, A4、各サンプリング点A0, A1, A3, A4におけるサンプリング値をそれぞれx1, x2, x3, x4とし、測定波形の立ち上がりのゼロクロス点から次の立ち上がりのゼロクロス点までの時間をA5とする。そして、サンプリング点(A0)とサンプリング点(A1)との間のゼロクロス点をa1、サンプリング点(A3)とサンプリング点(A4)との間のゼロクロス点をa2として、各ゼロクロス点を補間を用いて求める。

【0017】図3より、測定波形の立ち上がりのゼロクロス点から次の立ち上がりのゼロクロス点までの時間A5は、

$$A5 = A3 - A0 - a1 + a2 \quad \dots \quad ①$$

で表すことができる。ここで、サンプリング点間(A0～A1)及び(A3～A4)をそれぞれsinカーブ曲線と考えと、a1及びa2は、

$a_1 = \sin^{-1}(x_1)$

$a_2 = \sin^{-1}(x_3)$

となる。

【0018】以下、具体例として、従来のゼロクロス方式では、マーク、スペースの判定を行うことのできなかったサンプリング周波数16 [kHz] よりもさらに低いサンプリング周波数10 [kHz] の場合を例に取り説明する。なお、この場合の信号周波数は1250 [Hz]、振幅は±1（前段にレベルを一定にする回路があるものと仮定）とする。信号周波数は1250 [Hz] であるため、その周期は800 [ $\mu$ sec] となり、同様に、サンプリング周波数は10 [kHz] であるため、その周期は100 [ $\mu$ sec] となる。

【0019】信号周波数周期がサンプリング周期の整数倍（この場合、8倍）となることから、 $x_1 = x_3$ 、 $x_2 = x_4$ となる。このため、 $a_1$ をサンプリング周期の3/4である75  $\mu$ secとすると、

$$x_1 = -\sin((360/8) \times (75/100))$$

$$= -0.5556$$

$$x_2 = \sin((360/8) \times (25/100))$$

$$= 0.1951$$

となる。

【0020】すなわち、 $x_1$ （または $x_2$ ）の振幅値とゼロクロス点からの時間（位相）との対応をテーブルデータとしてデータ格納手段3に予め格納しておき、サンプリング点でのサンプリング値と比較することによって、 $a_1$ （または $a_2$ ）を求めることができる。そして、前述の①式により、求めるべき時間A5を導くことができる。

【0021】以上説明したように、本発明では、サンプリング周波数が低い場合であっても、サンプリング点間を補間することで、ゼロクロス点の時間を求めることができ、入力周波数を判定することができる。これによつて、信号処理能力を高めることなく、マーク及びスペースを正確に判断することができ、結果として、復調時の歪みを低減することができる。

【0022】なお、前述の実施形態では、データ格納手

段3に予め格納されたテーブルデータに基づいて時間データを得るものであるが、この場合、データ格納手段3に大容量のメモリが必要になることが考えられる。このような場合には、データ格納手段3の代わりに交点演算手段を設け、記憶手段4により記憶したサンプリング点区間の両端の各サンプリング点（点（X1, Y1）、（X2, Y2））を  $\sin$ カーブ曲線（ $X = \sin^{-1}(Y)$ ）上の点と仮定し、この  $\sin$ カーブ曲線（ $X = \sin^{-1}(Y)$ ）が  $Y = 0$ となる  $X$ の値から交点位置（ゼロクロス点）を逐次演算するように構成してもよい。

#### 【0023】

【発明の効果】本発明では、サンプリング周波数が低くてもゼロクロス点を正確に認識し、復調時の歪みを低減することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のFSK復調装置の要部構成を示すブロック図。

【図2】実際のFSK復調装置における機能ブロック図。

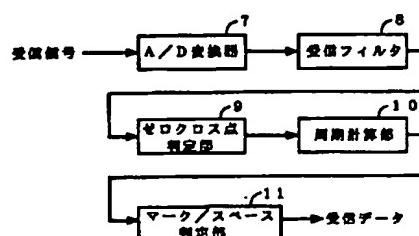
【図3】測定波形に対するサンプリング点及びゼロクロス点を示す図。

【図4】サンプリング点間の補間方法を説明するための図。

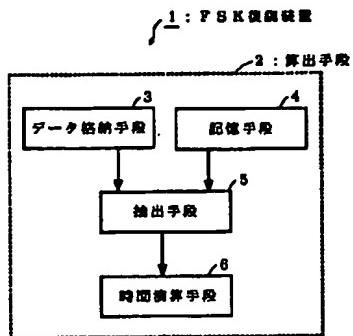
#### 【符号の説明】

- |    |             |
|----|-------------|
| 1  | FSK復調装置     |
| 2  | 算出手段        |
| 3  | データ格納手段     |
| 4  | 記憶手段        |
| 5  | 抽出手段        |
| 6  | 時間演算手段      |
| 7  | A/D変換器      |
| 8  | 受信フィルタ      |
| 9  | ゼロクロス点判定部   |
| 10 | 周期計算部       |
| 11 | マーク/スペース判定部 |

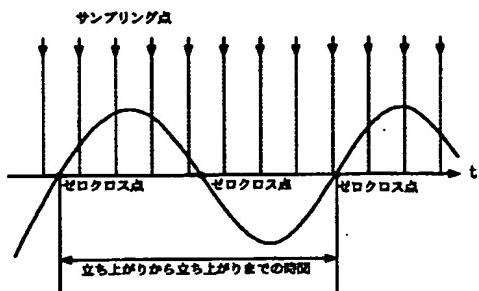
【図2】



【図1】



【図3】



【図4】

